

# 镉镍蓄电池 及 镉镍蓄电池直流屏

陈春平 王炳林 陈立荣 编著

上海科学技术文献出版社

# 镉镍蓄电池及镉镍蓄电池直流屏

陈春平 王炳林 陈立荣 编著

上海科学技术文献出版社

(沪)新登字 301 号

**镉镍蓄电池及镉镍蓄电池直流屏**

陈春平 王炳林 陈立荣 编著

\*

上海科学技术文献出版社出版发行  
(上海市武康路 2 号 邮政编码 200031)

岳王印刷厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 7.5 字数 181,000

1994 年 11 月第 1 版 1994 年 11 月第 1 次印刷

印数:1-10,000

ISBN 7-5439-0616-3/T·356

定价:6.50 元

# 前 言

任何用电设备都需要电源。蓄电池是一种应用很广泛的直流电源,它不受市电停电的影响,而且具有电压稳定、供电可靠和方便等优点。

目前,应用较普遍的蓄电池有镉镍蓄电池和铅酸蓄电池两种。镉镍蓄电池虽然价格较高,但其性能要比铅酸蓄电池优越,因此镉镍蓄电池的应用越来越广泛,不论天上、地下、陆地、海洋,还是各行各业以及个人、家庭都要用到它。据不完全统计,到目前为止,镉镍蓄电池的用途已有100余种。

我国的镉镍蓄电池最早生产于1958年,以后蓬勃发展,现在既能生产上千安时的大容量工业用蓄电池,又能生产几毫安时的小型密封蓄电池,并且产品已经系列化和标准化。

作为直流电源,国内比较典型的工业应用是用于电站、变电所的直流操作电源和事故应急电源。以湖南省双牌电站为例,该站原来采用600Ah的铅酸蓄电池组作为直流电源,1989年改用40Ah的烧结式高倍率镉镍蓄电池组。经实践证明,用镉镍蓄电池组取代铅酸蓄电池组,有下列突出优点:

1. 爆发力强:高倍率镉镍蓄电池具有很强的爆发力,瞬间可释放出相当于它额定容量20倍的电流,并且母线电压没有较大变化;而铅酸蓄电池在80%额定容量时母线电压已有较大变化。

2. 放电性能好:不仅能供给合闸机构瞬间大电流,而且还能供给电站中继电保护、事故照明、事故油泵及自动装置等直流用电。

3. 安装占地面积小:可以节约专用的蓄电池室、充电机室和直流电缆沟等地面和地下建筑。

4. 温度适应性强:在 $-25\sim 45^{\circ}\text{C}$ 范围内能正常工作。

5. 无有害气体释放。

本书以国内现有产品为例,从实用性出发,着重介绍:

- (1) 镉镍蓄电池的使用和维护;
- (2) 镉镍蓄电池充电机的调整元件;
- (3) 镉镍蓄电池的充电机;
- (4) 镉镍蓄电池直流屏。

本书由林淦秋、朱仲卿统稿并编辑。

## 内 容 提 要

本书从原理、使用、维护、选择的角度阐述了作为工业用直流操作电源及应急电源的镉镍蓄电池以及镉镍蓄电池直流屏。内容着重实用,由蓄电池的基础知识讲起,逐步深入,并给出镉镍蓄电池的参数,然后详细介绍充电机及其调整元件,最后介绍各种镉镍蓄电池屏型号规格及其计算和方案选择。

本书既适合于镉镍蓄电池及镉镍蓄电池直流屏的生产者、操作者在生产、使用中参考,又适合于设计研究部门选型参考。

# 目 录

## 前 言

第一章 镉镍蓄电池的使用和维护 .....	(1)
第一节 化学电池 .....	(1)
1. 原电池 .....	(1)
2. 蓄电池 .....	(1)
第二节 镉镍蓄电池 .....	(1)
第三节 电解液 .....	(1)
1. 电解液的密度 .....	(1)
2. 电解液的配制、保管和使用 .....	(2)
第四节 镉镍蓄电池的分类与型号含义 .....	(2)
1. 分类 .....	(2)
2. 型号含义 .....	(4)
第五节 镉镍蓄电池的性能 .....	(7)
1. 电池的容量 .....	(7)
2. 电池的电压 .....	(8)
3. 开口袋式镉镍电池的主要性能 .....	(8)
4. 开口烧结式镉镍电池的主要性能 .....	(12)
5. 密封镉镍电池 .....	(13)
第六节 镉镍蓄电池的使用和维护 .....	(13)
1. 使用注意事项 .....	(13)
2. 镉镍电池的维护 .....	(15)
3. 电池电解液的更换 .....	(16)
4. 镉镍电池常见故障及处理方法 .....	(17)
5. 四大类直流电源分别操作高压开关的波形比较 .....	(18)
第二章 镉镍蓄电池充电机的调整元件 .....	(19)
第一节 晶体管 .....	(19)
1. 半导体的基本特性 .....	(19)
2. 晶体二极管 .....	(21)
3. 晶体三极管 .....	(22)
4. 用三极管作充电机的调整元件 .....	(24)
第二节 晶闸管 .....	(24)
1. 结构 .....	(24)
2. 晶闸管工作原理 .....	(25)
3. 晶闸管对触发电路的要求 .....	(25)
4. 晶闸管的阳极伏安特性 .....	(26)
5. 晶闸管在使用中值得注意的几个问题 .....	(26)
6. 晶闸管整流电路的谐波及其危害 .....	(30)

7. 用晶闸管作充电机的调整元件 .....	(31)
<b>第三节 铁磁稳压器</b> .....	(32)
1. 结构 .....	(32)
2. 工作原理 .....	(32)
3. 用铁磁稳压器作充电机的调整元件 .....	(33)
<b>第四节 饱和电抗器</b> .....	(33)
1. 单相饱和电抗器 .....	(33)
2. 三相饱和电抗器 .....	(37)
3. 用饱和电抗器作充电机的调整元件 .....	(39)
<b>第三章 镉镍蓄电池充电机</b> .....	(40)
<b>第一节 充电机的主要技术要求</b> .....	(40)
1. 充电时的稳流精度 .....	(40)
2. 浮充电时的稳压精度 .....	(40)
3. 噪声 .....	(40)
<b>第二节 自动控制系统的基本概念</b> .....	(40)
1. 开环控制系统与闭环控制系统 .....	(40)
2. 自动控制系统的品质 .....	(41)
3. 有静差自动控制系统与无静差自动控制系统 .....	(42)
<b>第三节 有静差自动控制系统的常用环节</b> .....	(44)
1. 给定装置 .....	(44)
2. 直流放大装置 .....	(46)
3. 晶闸管的触发装置 .....	(49)
4. 滤波装置 .....	(55)
<b>第四节 几种较典型的充电机</b> .....	(55)
1. GCA、GCF 系列硅整流充电机 .....	(55)
2. KGCA、KGCF 系列晶闸管整流充电机 .....	(57)
3. GVA-12(GN)系列浮充电机 .....	(62)
4. GCA-6(GN)系列充电机 .....	(63)
5. PGC 系列镉镍电池专用充电机 .....	(67)
<b>第四章 镉镍蓄电池直流屏</b> .....	(69)
<b>第一节 镉镍蓄电池直流屏的优点</b> .....	(69)
<b>第二节 镉镍蓄电池直流屏的结构</b> .....	(69)
<b>第三节 PGD 系列镉镍蓄电池直流屏的型号及用途</b> .....	(70)
1. PGD-I 型 .....	(70)
2. PGD-II 型 .....	(70)
3. PGD-III 型 .....	(70)
4. PGD-IV 型 .....	(70)
5. PGD-V 型 .....	(70)
6. PGD-VI 型 .....	(70)
7. PGD-VII 型 .....	(70)

8. PGD—Ⅶ型 .....	(70)
9. 生产厂 .....	(71)
<b>第四节 PGD 系列镉镍蓄电池直流屏的主要技术性能指标 .....</b>	<b>(71)</b>
<b>第五节 PGD 系列镉镍蓄电池直流屏的继电保护、信号装置等 .....</b>	<b>(71)</b>
1. 继电保护 .....	(71)
2. 信号装置 .....	(71)
3. 绝缘监视装置 .....	(71)
4. 闪光装置 .....	(72)
<b>第六节 PGD 系列镉镍蓄电池直流屏的工作原理 .....</b>	<b>(72)</b>
1. 概述 .....	(72)
2. 工作原理 .....	(74)
<b>第七节 PGD 系列镉镍蓄电池直流屏的电气原理图和屏面布置、端子图 .....</b>	<b>(76)</b>
1. PGD 系列 I 型直流屏 .....	(76)
2. PGD 系列 II、III 型直流屏 .....	(76)
3. PGD 系列 IV 型直流屏 .....	(79)
4. PGD 系列 V 型直流屏 .....	(80)
5. PGD 系列 VI 型直流屏 .....	(80)
6. PGD 系列 VII 型直流屏 .....	(81)
<b>第八节 镉镍蓄电池组的容量计算和方案比较 .....</b>	<b>(81)</b>
1. 电池组的额定电压计算 .....	(81)
2. 电池组事故最大供电容量计算 .....	(81)
3. 电池组额定容量的计算 .....	(81)
4. 计算举例和方案比较 .....	(81)



# 第一章 镉镍蓄电池的使用和维护

## 第一节 化学电池

化学电池是一种把化学能直接转化为电能的装置。常用的有原电池和蓄电池两种。

### 1. 原电池

也称一次电池,例如锌二氧化锰干电池。特征是电化学反应以不可逆的形式进行,不能反复地充放电。当化学反应的有效物质全部作用完后,它的寿命便告終了,所以它是一种只能供一次性使用的电池。

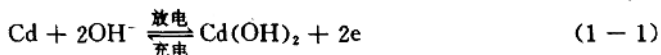
### 2. 蓄电池

也称二次电池,例如铅酸蓄电池、镉镍蓄电池等。其特征是电化学反应以可逆的形式进行:充电时把电能转化为化学能储藏起来;放电时再把化学能转化为电能,供外电路使用。所以,它是一种可反复充放电、能供长期使用的电池。

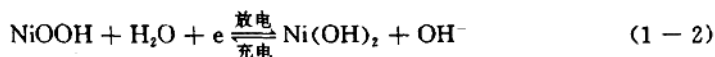
## 第二节 镉镍蓄电池

镉镍蓄电池(为了方便,以下简称为镉镍电池)主要由:镉负极、氧化镍正极、电解液、隔离物、外壳和盖子等组成。其电化学反应如下:

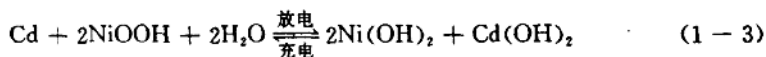
负极反应:



正极反应:



电池总反应:



由电池总反应式表明:

①镉镍电池在充放电过程中不消耗电解液,因此镉镍电池在使用过程中电解液的含量基本上保持不变。

②镉镍电池在充放电过程中,有转变水的特性:放电时消耗水而使电解液的液面下降;充电时释放出水而使电解液的液面升高。

## 第三节 电 解 液

电解液是一种能导电的溶液,在电池的正负极之间仅起导电介质的作用。上述式(1-3)表明,电解液虽没有参与充电和放电的电化学反应,但是它是电池进行电化学反应的必要物质。所以,在使用镉镍电池时,用户应能正确配制、保存和使用电解液。

### 1. 电解液的密度

为了保持电解液中迁移离子的浓度,当温度下降时,应提高电解液的密度以增大离子数量。在不同温度下应选用的电解液密度和组成成份见表 1.1。

表 1.1 不同温度下电解液的密度和组成成份

序号	使用环境温度(℃)	密度(g/mm <sup>3</sup> )	电解液组成成份
1	+10~+45	1.18±0.02	NaOH+LiOH+H <sub>2</sub> O
2	-10~+35	1.2±0.02	KOH+LiOH+H <sub>2</sub> O
3	-25~+10	1.25±0.01	KOH
4	-40~-15	1.28±0.01	KOH

## 2. 电解液的配制、保管和使用

(1) 原材料可采用一般工业品,配制用水宜采用蒸馏水、软化水、干净的雨水或雪水,急需时可采用城市自来水或饮用淡水,禁用矿水与海水。

(2) 以 2 号电解液为例说明配制第 1、2 号电解液如下:

电解液的配方:

水:氢氧化钾:氢氧化锂=2:1:0.08

例如要配制 GNG 型镉镍电池的 2 号电解液 1L 时,用 820mL 蒸馏水,加入氢氧化钾 410g,搅拌至完全溶解。再另取氢氧化锂 30g,加入少量氢氧化钾溶液,加热至完全溶解,然后一齐倒入已配好的氢氧化钾溶液中,搅拌均匀。待液温降至室温后,再用蒸馏水或氢氧化钾调整其密度至要求值。

(3) 配置第 3、4 号电解液时,要注意原材料氢氧化钾中的碳酸钾含量不得高于 4%,并严禁混入氢氧化钠。

(4) 配制电解液应当用玻璃、瓷器等耐碱容器。电解液在调好密度后,需静置沉淀 6h 以上,取其澄清溶液或过滤后使用。

(5) 配制电解液时,应将碱慢慢倒入水中,切不可将水倒入碱中。配制时要戴好眼镜及橡胶手套,以防碱烧伤。如遇皮肤沾上碱液时,应立即用 3% 的硼酸水或清水冲洗。

(6) 配制好的电解液不宜在空气中暴露时间过长。测密度时一定要待溶液冷却至室温时进行,否则会损坏密度计。配制好的电解液及所用材料,应当用玻璃、瓷器、搪瓷等耐碱容器密封保存。保存时间不得超过一年。

(7) 电解液灌注的量必须适当。如电解液太多,超过电池中的上液面线则会造成在充电时电解液外溢,溢出的电解液会引起电池正负极之间的微短路,影响电池的容量。如电池的电解液太少,低于电池中的下液面线,则会影响电池的放电性能。

(8) 在使用过程中,电池内的电解液容易吸收空气中的二氧化碳,增加碳酸盐的含量。当碳酸盐的含量超过 50g/L 时,或者由于种种原因电解液被污染时,均会使电池的性能降低。因此,一般情况下,按正常充放电制连续使用时,每 100 次左右充放电循环,应更换一次电解液;不经常使用者,可一年左右更换一次;电池浮充使用时,每 3 年更换一次。

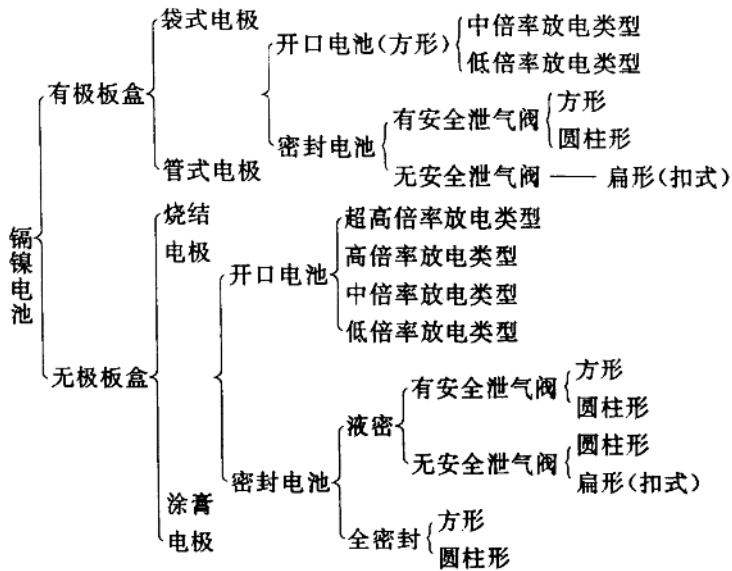
## 第四节 镉镍蓄电池的分类与型号含义

镉镍电池的容量范围可以从几毫安时到上千安时,品种繁多,可以满足各种不同的使用要求。

### 1. 分类

镉镍电池按照电极结构的不同,可分为有极板盒电极与无极板盒电极两类,它们又可再分为开口式(不能倒置使用,要定期维护、定期更换电解液)和密封式。大容量电池以开口式居多,小容量电

池以密封式居多。镉镍电池的分类如下：



镉镍电池于 1901 年由瑞典发明家雍·格涅发明，迄今已有 90 余年的历史，经历了三个阶段：

(1) 从发明到 50 年代，主要用袋式开口电池，尽管其比能量和放电能力较低，但成本低、寿命长，至今仍受欢迎。

袋式电池的正、负电极像排列在框架里的长方形小盒子，盒子里装满活性物质，如同口袋的作用，所以叫袋式电池。电极有厚、薄两种，分别适合于中倍率类型和低倍率类型两种放电速率的需要。

(2) 从 50 年代开始，电极由有极板盒式发展为烧结式。它是把碳基镍粉与发孔剂均匀混合，在氢气炉中烧结成微孔基板，然后通过化学或电化学方法在基板内部的微孔里生成正极或负极活性物质，这就成了烧结电极。其极板可以制得很薄，表面积大，电极间距离缩小，内阻低，适于瞬时高倍率放电。

全烧结电池的正负极均烧结而成。烧结式电极性能虽好，但工艺复杂，要控制的因素太多，因而极板均匀性差、成本太高。所谓半烧结电池是正极采用烧结电极，而负极采用非烧结的涂膏电极。涂膏电极有悠久的历史，与烧结电极相比，其工艺简单、造价低，但缺点是不易制成薄型电极，因此它的内阻比烧结电极大，高倍率放电性能不如烧结电极；电极机械强度较差，大电流充放电时容易脱落；低温性能也不如烧结式。

目前少数国家又开发了新的电极工艺，出现了电沉积负极的新工艺。该工艺简便可靠，制造出的电极性能良好均匀、比容量大、自放电小、电极机械强度高、内阻小，非常适合高倍率放电；而且高低温性能良好，适合快速充电，是一种理想的电极。我国广东佳力电源器材制造有限公司于前几年从国外引进一套电沉积工艺生产镉电极的生产线，生产出这种电沉积烧结式新型镉镍电池，其型号为 GNC10(D)、GNC20(D)、GNC40(D)、GNC60(D)和 GNC80(D)；并按照镉镍电池直流电源屏的技术条件完成了一系列试验。试验结果表明，这是一种值得推广应用的电沉积烧结镉镍电池。

烧结电极、涂膏电极和电沉积电极性能比较见表 1.2。

表 1.2 烧结电极、涂膏电极和电沉积电极性能比较

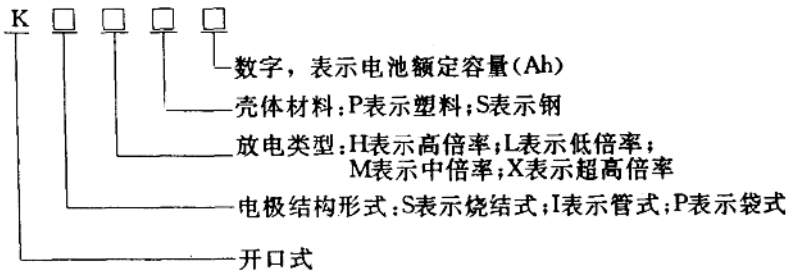
电池类型	单片容量						单体容量 (C/4 充电 6h)		全容量 合闸结果		50%容量 合闸结果		
	面积 (cm <sup>2</sup> )	厚度 (mm)	质量 (g)	容量 (Ah)	质量比 容量 (Ah/g)	体积比 容量 (Ah/cm <sup>3</sup> )	C/4 放电 至 1.0V 的时间(h)	1C 放电 至 1.0V 的时间(min)	电流 (A)	电压 (V)	电流 (A)	电压 (V)	
电沉积负极	20	0.51	3.5	0.93	0.266	0.91	5.1	66	234.8 (11.74C)	199.6 (1.11V/R)	238.4 (11.92C)	187 (1.6V/R)	
烧结 负极	全烧结	20	0.76	5.1	0.83	0.163	0.546	4.76	60	240 (12C)	198 (1.1V/R)	239 (11.95C)	185 (1.03V/R)
	半烧结							4.23	45	228.9 (11.45C)	3.29 (4 只电池, 0.98V/R)	186 (9.3C)	3.33 (4 只电池, 0.98V/R)
涂膏负极	77	0.93	26.4	3.73	0.14	0.52	—	—					

(3) 从 60 年代开始, 由于玻璃—金属封接和陶瓷—金属封接绝缘密封极柱工艺的发明, 镉镍电池又由开口式发展为全密封式, 适用于从航天航空工业到一般家电, 为镉镍电池的应用开创了更广阔的天地。密封电池的缺点是放电能力不如开口电池, 自放电较大, 价格较贵。

## 2. 型号含义

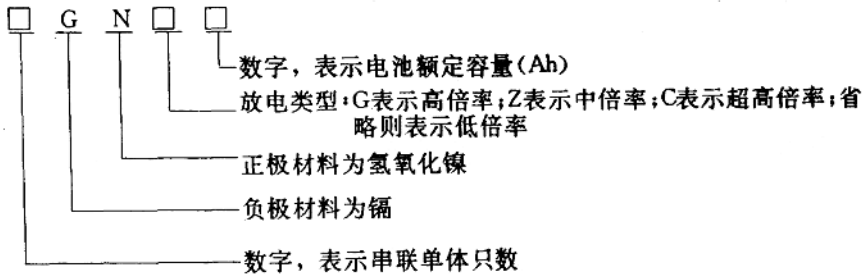
### (1) 开口式电池的型号含义

①国际电工委员会(IEC)的规定:



例如法国萨福特公司制造的 KPLP185 电池, 表示开口型(K)、袋式电极(P)、低倍率放电类型(L)、塑料壳体(P)、额定容量为 185Ah 的电池。

②我国的规定:



### (2) 密封电池的型号含义

①密封圆柱镉镍电池, 国际电工委员会命名为 KP, 后面的两组数字分别表示电池的直径和高

度。例如:KP16/51,KP表示密封圆柱电池,16表示电池的直径是16mm,51表示电池的高度是51mm。

国产密封镉镍电池命名为GN,第三个字母表示电池的形状:Y表示圆形,B表示扁形,F表示方形;Y<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、F<sub>1</sub>表示全密封,见表1.3;后面的数字表示容量。例如GNYC.8表示额定容量为800mAh的密封圆柱形电池。

②密封扁形镉镍电池,国际电工委员会命名为KB,后面的字母L表示低倍率放电电池,M表示中倍率放电电池;字母后的两组数字分别表示电池的直径和高度。例如:KBL 12/6,KB表示密封扁形电池,L表示低倍率放电型,直径为11.9mm,高为5.5mm。

密封电池的国际电工委员会命名法,各国生产厂家采用与否很不统一。

国外主要电池公司所生产的烧结式镉镍电池及其容量范围见表1.4;国内外主要电池公司所生产的袋式镉镍电池及其容量范围见表1.5;国内生产的全烧结高倍率和半烧结高倍率镉镍电池技术数据见表1.6。

表 1.3 国产密封镉镍电池的命名

形 状	表示字母	密封类型
圆柱形	Y	密封*
	Y <sub>1</sub>	全密封
扁形(扣式)	B	密封
	B <sub>1</sub>	全密封
方形	F	密封
	F <sub>1</sub>	全密封

\* 密封电池或称液密电池,全密封电池即对液、气完全封闭的电池。

表 1.4 国外烧结极板镉镍电池及其容量范围

生产厂	商 标	型 号	容量范围(Ah)	壳体材料	结 构	备 注
英国氟化物公司	ALCAD	W	1.2~610 0.8~14.0	S	密封圆柱形	
英国常备公司	EVERREADY	NCC	0.01~10.0	S	密封圆柱形	
		NCB	0.09~1.75	S	密封圆柱形	
法国萨福特公司	SAFT	VOK	6.2~80	S,P	开口方形	军用飞机  高速充电型
		VPK	6.0~36	P	开口方形	
		VPMS	14~36	P	开口方形	
		GPX	35~200	S	开口方形	
		VR	0.1~1.0	S	密封圆柱形	
		VX	0.2~1.6	S	密封圆柱形	
		VO	3.8~9.0	S	密封方形	
VB	0.04~0.60	S	密封扁形			
德国瓦尔塔公司	VARTA	F	23~300	S	开口方形	
		FP	4.0~40	P	开口方形	
		RS	0.1~7.0	S	密封圆柱形	
		SD	1.6~15	S	密封方形	
美国通用电气公司	GE	43BO	6.0~50	P	开口方形	
		GC	0.1~3.5	S	密封圆柱形	
		XGC、XKC	0.1~5.6	S	密封圆柱形	
		XFC	0.1~3.5	S	密封圆柱形	
		GR	4.0	S	密封方形	
美国联合碳化物公司	EVERREADY	CH	0.15~4.0	S	密封圆柱形	压成式负载 高速充电型
		CF	0.15~4.0	S	密封圆柱形	
日本三洋公司	CADNICA	N	0.1~10	S	密封圆柱形	高速充电型  高温用
		NF	0.15~4.0	S	密封圆柱形	
		NH	1.2~3.5	S	密封圆柱形	
日本古河公司	FURUKWA COLUMN	MA、CA	3.6~34	P	开口方形	高速充电型 空间用
		AHS	1.0~500	P	开口方形	
		S	0.09~10	S	密封圆柱形	
		SLOLF	0.45	S	密封圆柱形	
			3~12	S	全密封方形	

表 1.5 国内外袋式镍镉电池及其容量范围

制造厂	商标	型号	容量(Ah)	壳体材料放电能力		备注
英国氟化物阿卡德公司	ALCAD	EP	5~285	P	L	
		RV	65~1040	S	M	
		RVP	16~295	P	M	
		DLS	40~900	S	H	
		DLP	11~210	P	H	
瑞典 NIFE 雍格涅 AB	NIFE (IUNGNER)	L	7.5~475	P	L	
		M	8.5~375	P	M	
		H	8.5~375	P	H	
		LFB	66~363	P	L	
		MFb	100~275	P	M	
		HFB	80~180	P	H	
		KAP	10~410	P	L	
		KA	90~1245	S	L	
		MDP	13~330	P	M	
		MD	75~1180	S	M	
		MIP	8.5~235	P	H	
		HI	66~575	S	H	
MEP,MDP	18~41	P	M,L	少维修型		
德国瓦尔塔电池公司	VARTA	D,DTN	5~22	P	M	
		T	75~1250	S	M	
		TP,TNP	6~140	P	M	
		TSA,TSM	65~650	S	H	
		DT	7.5~125	P	H	
法国萨福特	SAFT	KPL	80~360	S	L	
		KPMP	10~320	P	M	
		KPM	32~520	S	M	
		KPHP	14~250	P	H	
		KPH	30~310	S	H	
德国富尔曼沃尔富公司	FRIWO	T	75~520	S	M	
		TP	10~140	P	M	
		HK	85~585	S	M	
		HKP	11~158	P	M	
		TS	65~300	S	H	
		TSP	7.5~125	P	H	
		DTN	4.5~7	P,S	M	
美国麦克·爱迪生公司	EDISON	CED	16~250	P	L	
		MED	10~230	P	M	
		HED	10~180	P	M	
		ED	80~400	P	H	
日本蓄電池公司	GS	BP	4~1000	P	L	
		DP	8~700	P	M	
日本汤浅蓄電池公司	YUASA	QKC	10~800	P	L	
		QSC	10~900	P	M	
		QHC	20~250	P	H	
日本本田电气公司	HONDA	KAP	10~1000	P	L	
		MDP	10~700	P	M	
		HIP	10~400	P	H	
		VHP	20~500	P	H	
中国风云器材厂	太行	GN	2.25~100	S	M	
		GN	5~24	P	M	
			10	P	M	
			22	S	M	
			45	S	M	
			60	S	M	
			100	S	M	
			300	S	M	
			1000	S	M	
中国风雷器材厂	五洲		10	P	M	
			22	S	M	
			45	S	M	
			60	S	M	
			80	S	M	
			100	S	M	

表 1.6 国产全烧结高倍率和半烧结高倍率镉镍蓄电池技术数据

型号	额定电压 (V)	额定容量 (Ah)	外形尺寸 (mm)			干态质量 (g)	正常充电制			5h 放电制			1h 放电制			合闸特性 (180 个电池)		-20°C 放电性能			结构
			长	宽	高		电流 (A)	时间 (h)	电流 (A)	终压 (V)	时间 (h)	电流 (A)	终压 (V)	时间 (h)	电流 (A)	时间 (s)	电压 (V)	电流 (A)	终压 (V)	时间 (h)	
GNG10	1.2	10	80	24	155	520	2	7	2	1.0	>5	10	0.9	>1	120	0.3	≥187	2	0.9	≥3	半烧结
GNG20-(2)	1.2	20	80	27	224	900	4	7	4	1.0	>5	20	0.9	>1	240	0.3	≥187	4	0.9	≥3	半烧结
GNG40	1.2	40	81	42	256	1430	8	7	8	1.0	>5	40	0.9	>1	480	0.3	≥187	8	0.9	≥3	半烧结
GNGS10	1.2	10	80	24	155	520	2	7	2	1.0	>5	10	0.9	>1	120	0.3	≥156	2	0.9	≥3	全烧结
GNGS20-(2)	1.2	20	80	27	224	900	4	7	4	1.0	>5	20	0.9	>1	240	0.3	≥156	4	0.9	≥3	全烧结
GNGS40	1.2	40	81	42	256	1430	8	7	8	1.0	>5	40	0.9	>1	480	0.3	≥156	8	0.9	≥3	全烧结

## 第五节 镉镍蓄电池的性能

### 1. 电池的容量

通常指在一定放电条件(温度、放电率、终止电压)下,电池所能给出的电量,一般以(Ah)安时为单位。

电池容量有放电容量、理论容量、实际容量和额定容量之分。

#### (1) 放电容量

$$Q = It \quad (\text{Ah}) \quad (1-4)$$

式中:Q——放电容量,Ah;

I——放电电流,A;

t——放电时间,h。

表 1.7 表示电池容量下降百分数与放电终压和放电速率的关系。其中C是电池的额定容量。电池以 0.1C 率放电,终压 1.0V 和 1.1V 分别较终压 0.5V 容量下降 3%和 5%。

(2)理论容量 在设计电池时,假定活性物质按照法拉第定律全部转化成电能的电池容量。

(3)额定容量 C 是在规定的放电条件(如环境温度、放电率、终止电压等)下,电池所能放出的最低容量。它是产品性能的一项重要指标。国际标准规定,以 5h 率放电,用电流与时间的乘积来表示。

(4)实际容量 在实际使用条件下,电池能放出的容量。

由于自放电等原因,电池中的活性物质不可能百分之百地利用,所以实际容量总是低于理论容量。但实际容量通常超过额定容量的 10%~20%,甚至于更多。

例如上海新宇电源厂 20Ah 的电池,出厂检验规定:5h 放电率的放电电流为 20/5=4A,放电终止电压为 1.0V,放电时间为 5.5h,代入式(1-4)得:

$$Q = 4A \times 5.5h = 22Ah$$

表 1.7 电池容量下降百分数与放电终压和放电速率的关系

		容量下降百分数		
		0.5V	1.0V	1.10V
放 电 速 率	0.1C	0	3	5
	1C	0	3	5
	2C	0	4	7
	5C	0	5	9
	10C	0	10	30~40

## 2. 电池的电压

电池的电压有额定电压、充电电压、开路电压、浮充电电压与终止电压之分。

(1) **额定电压** 指电池工作时必须保证的电压。过去我国规定镉镍电池额定电压为 1.25V,但新的国际标准定为 1.2V。

(2) **充电电压** 电池按正常充电制充电时的最高电压。一般镉镍电池为 1.6~1.7V,圆柱密封镉镍电池应控制在 1.5~1.65V。充电电压是判断充电是否充足的标志之一。其他标志还有:

①控制充电时间,如以 1/4 额定容量的电流作正常充电,充电 6~7h;

②观察电解液中的气泡,充电将结束时,电极上必有气泡发生,当较多气泡发生时,则表示充电已足,再充电其电能仅用于水解。

(3) **开路电压** 即电池充好电后、工作之前的电池端电压。一般镉镍电池的开路电压为 1.3~1.45V。

(4) **浮充电电压** 为了保持电池的容量,电池在使用期间仍需的充电电压。镉镍电池的浮充电电压为 1.35~1.45V。

(5) **终止电压** 放电时电池电压下降到不宜再继续放电的最低电压。一般原则是:低温或大电流放电时,其值可低些,在 0.8~0.9V;小电流放电时,其值可高些,如按 5h 率放电时,其值为 1.0V 左右。

## 3. 开口袋式镉镍电池的主要性能

(1) **比能量** 比能量是衡量电池优劣的主要指标之一。比能量分质量比能量(电池单位质量所能放出的能量)和体积比能量(电池单位体积所能放出的能量)。开口袋式镉镍电池的一般质量比能量为  $20 \pm 7 \text{Wh/kg}$ ;体积比能量为  $40 \pm 15 \text{Wh/L}$ 。

(2) **放电特性** 电池向外电路输出电能的工作过程叫放电。放电电流的大小,由外电路的实际工作需要(即负载大小)而决定。通常用“放电率”表示电池放电电流的大小。“放电率”指电池放电的速率,一般有“时率”和“倍率”两种表示法。

时率是指以放电时间(h)表示的放电速率。这时的放电电流  $I$  等于额定容量  $C$  与时率的比值。例如某电池以 5h 率放电,则其放电电流  $I = C/5(\text{A})$ 。如一只 20Ah 的电池,其 5h 率的放电电流  $I = 20/5 = 4(\text{A})$ 。

倍率是指放电电流用额定容量  $C$  的倍数表示的放电速率。例如以 0.2 倍率放电,则放电电流  $I = 0.2C(\text{A})$ 。如一只 20Ah 的电池,其 0.2 倍率的放电电流  $I = 0.2 \times 20 = 4(\text{A})$ 。

显而易见,“时率”与“倍率”都是反映电池放电速率的。从上例可见,5h 与 0.2 倍率的放电电流相等。

电池按电极的结构不同,所适宜的放电电流范围也不同,分为低倍率放电类型、中倍率放电类型、高倍率放电类型和超高倍率放电类型等 4 种。它们的放电电流范围可参见表 1.8。

表 1.8 各种放电类型电池的放电电流范围

放电类型	放电电流范围(A)
低倍率放电	$< 0.5C$
中倍率放电	$< 3.5C, > 0.5C$
高倍率放电	$< 7C, > 3.5C$
超高倍率放电	$> 7C$

放电性能一般以放电曲线表示。把一个充足电的电池,在恒温环境下恒流放电,在一定的时间间隔内测量电池的端电压,以电池端电压做纵坐标,时间做横坐标,绘出电流的放电电压对时间的关系曲线,即放电曲线。

同理,电池充电时,绘出的充电电压对时间的关系曲线,即充电曲线。

为了使用方便,曲线的横坐标——时间可以用电池放出的容量(电流  $\times$  时间)或电池额定容



量百分数(电池放出的容量 / 电池额定容量) 取代。图 1.1 是电池电压对电池额定容量百分数的放电曲线和充电曲线。从中可以看出,以  $C$  率放电时能输出额定容量的 85%; 以  $0.2C$  率放电时,可以得到额定容量的 100%。

电池放出的容量与额定容量之比的百分数,也叫放电深度。把放电深度小于 25% 的称为浅放电,而把放电深度大于 60% 的称为深放电。

(3) 充电性能 将外电路输入给电池的电能转化为化学能贮存起来的操作过程叫充电。一般是把市电整流转变为直流电后作为充电电源。充电时,电池的正、负极分别与充电电源的正、负极相连接。

镉镍电池经常采用恒流充电法,即以恒定值的电流给电池充电,充电时电池的端电压随着充电时间的增加而逐渐上升。由于电池电压上升的梯度与充电电流的大小、充电时的电解质温度及电解质浓度等都有关系,所以不能光凭电池的端电压来判断充电的程度,而是通常用充电时间来保证电池的完全充电。一般规定充电时间与充电电流的乘积大约为电池额定容量(Ah)值的 150%~200% 左右。

充电制度一般采用表 1.9 所列制度。

①正常(标准)充电制:指在正常情况下的充电制度。以 GNG10 电池为例:

充电电流(A) =  $10/4 = 2.5(A)$ 。

充电时间取 7h。为了保证电池完全充电,充电时间与充电电流的乘积大约为电池额定容量的 175%。

②过充电制:指在遇到过放电、反充电、小电流放电或间隙放电后所采用的充电制度。以 GNG10 电池为例:

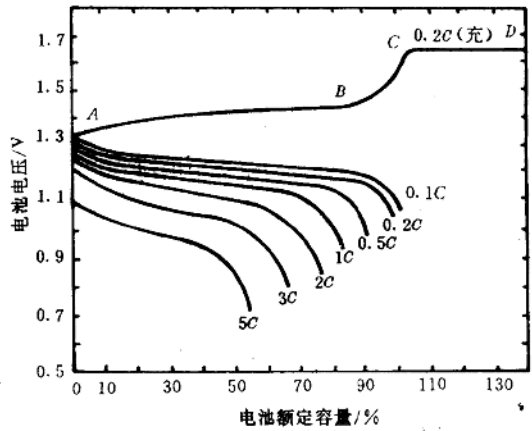
充电电流(A) =  $10/4 = 2.5(A)$ 。

充电时间取 9h。为了保证电池完全充电,充电时间与充电电流的乘积大约为电池额定容量的 225%。

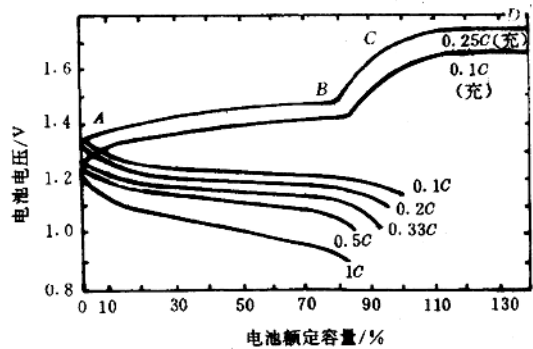
③快速充电制:指在紧急情况下,对完全放电状态的电池采用的充电制度。以 GNG10 电池为例:

充电电流(A) =  $10/3 = 3.33(A)$ 。

充电时间取 4h。为了保证电池完全充电,充电时间与充电电流的乘积大约为电池额定容量的



(a) 高倍率电池充放电曲线



(b) 中倍率电池充放电曲线

图 1.1 开口袋式镉镍电池的充电、放电曲线

表 1.9 常用充电制度

充电制	正常(标准)充电制	过充电制	快速充电制
充电电流(A)	1/4 额定容量的数值	1/4 额定容量的数值	1/3 额定容量的数值
充电时间(h)	7	9	1